METHOD AND APPARATUS FOR GENERATING ROUTE IN VEHICLE NAVIGATION SYSTEM

Publication number: JP10197269

Publication date:

1998-07-31

Inventor:

TAMAI HARUHISA

Applicant:

ZEXEL CORP

Classification:

- international:

G01C21/00; G01C21/34; G01C21/00; G01C21/34;

(IPC1-7): G01C21/00

- European:

G01C21/34

Application number: JP19980005552 19980114 Priority number(s): US19970784204 19970115 Also published as:

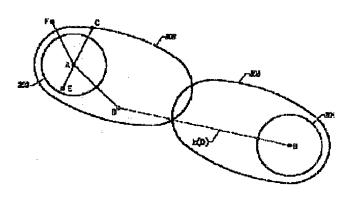
EP0854353 (A2) EP0854353 (A3) EP0854353 (B1) DE69825924T (T:

CA2224745 (C)

Report a data error he

Abstract of JP10197269

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate a route to a final destination by searching a map database to generate a first route candidate, and then selecting a best route candidate via the step of repeating additional search. SOLUTION: The system spreads from a circular area 202 of a route starting from a starting point A and a circular area 204 of a route for guiding to reversely return from a final destination point B in all directions. Since a distance between points D and B is smaller than a discovery cost relative to points C, E and F, a road section ending at the point D is selected. Then, this process is executed for respective route points newly generated thereafter. Searching directions are corrected and limited to obtain areas 206 and 208. A plurality of partial routes are generated by these two searches. The road sections have relative sectional costs, respective nodes have relative nodes and discovery costs. A road section having minimum total cost is selected from respective total cost values and used for generating the route.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国格許庁 (JP)

€ 翐 4 盐 华 噩 (S)

特開平10-197269 (11) 特許出版公開結局

(43)公開日 平成10年(1998)7月31日

G

G01C 21/00 識別記号 G01C 21/00 (51) lat C.

全19月 70 観状成の数30

(71)出題人 000003333 株式会社ゼクセル	東京都快谷区改会3丁目6番7号(72)祭明者 玉井 治人		
梅鼠平 10~5552	平成10年(1998) 1月14日	(31)優先権主張器号 08/784, 204 (32)優先日 1937年1月15日 (33)優先権主張図 米図 (US)	
(21) 出顧器号	(22) 出題日	(31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	

車両ナビゲーションシステムにおけるルート生成方法および投層 (54) [発明の名称]

[64] [19]

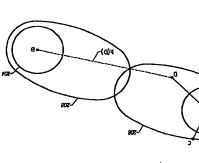
【課題】 出発地から最終目的地までのルートを生成す る方法および装置を提供する。

[解決手段] 1つの実施形態では、A*アルゴリズム の原理に基づいて2端サーチを実行する。すなわち、2

しのルートを同時に生成し、その10は出発地から最終 目的地までのルートであり、もう1つは最終目的地から 出発地までのルートである。別の実施形態では、ルート るかを決定する。アルゴリズムは、第1の散だけ地図デ 生成アルゴリズムは、ルート候補のサーチをいつ中止す - タベースのサーチを行い、第1ルート候補を生成す 返しの後に地図データベースのサーチを終てする。それ

から、最良の候補をルートとして選択する。

る。第1のルート候補の生成後、第2の数の付加的な繰



「静水項1」 車両ナビゲーションシステムを使用して 第1の位置から第2の位置へのルートを決定する方法に [特許請求の範囲]

第1の繰返し数にわたり地図データベースをサーチし て、第1のルート候補を生成する工程と

第1のルート候補の生成後、付加的な第2の繰返し数の 後にサーチ工程を終了する工程と

最良のルート候補をルートとして選択する工程と、を備 える方法。

【請求項2】 第2の繰返し数は、第1の位置と第2の 位置の間の距離に関連して決定される請求項1に記載の

【精水項3】 第2の繰返し数は、第1の繰返し数に関 [請求項4] 付加的な第2の繰返し数に未だ至ってい ない場合、第2の数のルート候補が生成された後にサー チエ程を終了する工程を備える精水項1に記載の方法。 連して決定される請求項1に記載の方法。

各付加的ルート候補について、第2の繰返し数を特別の 【精欢項6】 サーチ工程は、第1の位置から地図デー 【請求項5】 第1のルート候補の生成後、生成される 量だけ域ずる請求項1に記載の方法。

8

タベースをサーチする工程をも有する請求項6に配載の サーチ工程は、第2の位置から地図デー [開水頃7]

タベースをサーチする工程を有する請求項1に記載の方

【請求項8】 車両ナピゲーションシステムを使用して 第1の位置から第2の位置へのルートを決定する方法に

サーチ工程中に、第1のランクを有する第1の道路区分 複数回の繰返しにわたり地図データベースをサーチし て、少なくとも1つのルート候補を生成する工程と、

る全ての他の道路区分を、サーチ工程のその後の繰返し 最良のルート候補をルートとして選択する工程と、を備 **識別工程に広じて、第1のランクより低いランクを有す** から除外する工程と、 を職別する工程と

「精水項9】 第1の道路区分が微別された後であって 徐外工程を実行する前に、サーチ工程を第1の構返し数 【精水項10】 第1の繰返し数は、第1の位置と第2 の位置の間の距離に関連して決定される請求項9に記載 どけ実行する工程を備える請求項8に記載の方法。

【請求項11】 車両ナビゲーションシステムを使用し **にルートを決定する方法において、前記ルートは複数の** 弊接する道路区分を有し、前配方法は、

梅開平10-197269

画付けされた少なくとも1つのパラメータを有する工程 サーチ領域がグリッドパターンにより特徴付けられた地 図データベースの一部分を含むか否かを決定する工程

図データベースの一部分を含む場合に、サーチ領域に関 サーチ領域がグリッドパターンにより特徴付けられた地 連付けられたパラメータを操作する工程と、を備える方

【糖水項12】 車両ナビゲーションシステムにより生 成された第1のルートを、車両ナピゲーションシステム により生成された第2のルートに接続する方法におい 接続地点において接続されて第3のルートを構成する第 棲続地点に近い第1のルート上の出発地点から、接続地 点に近い第2のルート上の目的地点までの第4のルート 1および第2のルートを生成する工程と

第3のルートの出発地点と目的地点の間の部分を第4の ルートに置換する工程と、を備える方法。 を生成する工程と、

【請求項13】 車両ナピゲーションシステムにより生 成された第1のルートを、車両ナビゲーションシステム により生成された第2のルートに接続する方法におい

第1および第2のルートを接続地点で接続して第3のル 第1および第2のルートを生成する工程と、

第1および第2のルートが交差地点で交差するか否かを ートを構成する工程と 決定する工程と

第1および第2のルートが交差する場合、交差地点に接 続された第3のルートの不要部分を除去する工程と、を 備える方法。

て、第1の位置と第2の位置の間の完全なルートの生成 【精水項14】 車両ナビゲーションシステムにおい

を生成する工程であって、各部分的ルート候補は、自己 に関連付けられたする通行コストおよび発見的コストを 地図データベースをサーチして複数の部分的ルート候補 前に部分的ルートを生成する方法において、

少なくとも1つの部分的ルート候補に関連付けられた通 行コストが第1の関値を超える場合に、サーチ工程を終 有する工程と、 「する工程と \$

最低の発見的コストを有する部分的ルート候補の1つを 置の間の距離に関連して決定される請求項14に記載の 【時水項15】 第1の閾値は、第1の位置と第2の位 節分的ルートとして選択する工程と、を備える方法。

【請求項16】 終了工程は、全ての部分的ルート候補 に関連付けられた通行コストが第1の関値に到達した場 合に、サーチ工程を終了する工程を有する請求項14に

8

路区分に並張する工程であって、サーチ領域は自己に関 **地図データベースをサーチするサーチ領域を解接する道**

第1のアクセス制限道路の一部分を含む第1の道路区分 クセス制限道路に沿うサーチ領域の拡張を終了する工程 第2のアクセス制限道路に遭遇するまで、少なくとも1 つの他の方向ヘサーチ領域の拡張を継続する工程と、を 【糖水項25】 車両ナピゲーションシステムを使用し 第1の位置から第2の位置までのルートを生成する工程 ルートの第1の部分に対応する第1の複数の方向指示を ユーザインターフェースを介して第1の複数の方向指示

路区分にまで拡張する工程と、

を部分的ルートの一部分として選択した時に、第1のア

「請求項17] 少なくとも1つの部分的ルート候補中 にアクセス制限道路の入口が含まれるように第1の閾値 が設定される請求項14に記載の方法。

を減少させて、ルート生成においてアクセス制限道路の る通行コストと発見的コストの和である請求項17に記 「精水項18] アクセス制限道路に関連する総コスト 使用を有利にし、総コストはアクセス制限道路に関連す

が第1の閾値より小さい場合に、少なくとも1つの部分 的ルート候補を切り詰めてそれに関連する通行コストが 【精水項19】 第2の閾値は第1の位置と第2の位置 の間の距離に関連して決定され、財方法は、第2の関値 第2の閾値を超えないようにする工程と備える請求項1 7 に記載の方法。 載の方法。

てルート案内を提供する方法において、

備える方法。

両ナビゲーションシステムが前記モードで動作中に、部 分的ルートの終了目的のために選択された通行コストの 【韓末項20】 車両ナビゲーションシステムは、遠択 された通行コストを羈整してルート生成目的のための覇 整通行コストを生成するモードで動作し、膝方法は、車 【請求項21】 前記モードはフリーウェイモードを有 し、前記フリーウェイモードでは、車両ナビゲーション システムはフリーウェイに関連する通行コストを減少さ せ、ルート生成のためにフリーウェイの使用を有利にす 追跡を継続する工程を備える精水項14に記載の方法。 る請水項20に記載の方法。

第1の複数の方向指示の伝達の開始後に、ルートの残り の部分に対応する第2の複数の方向指示を生成する工程 [請求項26] 前記ルートは、第1の位置から中間位 置までの第1の部分的ルートと、中間位置から第2の位 置までの第2の部分的ルートと、を含み、第1の部分的 ルートは前記ルートの最初の部分を含み、第1の複数の 方向指示の生成は、第2の部分的ルートの生成の開始前 「請求項27】 車両ナビゲーションシステムを使用し て第1の位置から第2の位置までのルートを決定する方

と、を備える方法。

を伝達する工程と、

生成する工程と、

成のために表通りの使用を有利にする請求項20に記載 「精水項22】 前記モードは表通りモードを有し、前 記表通りモードでは、車両ナビゲーションシステムはフ リーウェイに関連する通行コストを増加させ、ルート生

サーチ工程中に、複数の選択された道路区分の各々に関 **連するコストを動的に調整して、ルート中に特定のタイ** 最良のルート候補をルートとして選択する工程と、を備 (請求項28] 選択された道路区分の各々に関連する コストは、選択された道路区分と第2の位置との間の距 鼈に関連する発見的コストと、選択された道路区分を通 行するために要する時間に関連する通行コストと、を含 (精水項29) 動的にコストを開整する工程は、選択 された道路区分に関連する発見的コストの調整を含む前 【請求項30】 動的にコストを調整する工程は、選択 された道路区分の各々に関連するコストを割引値だけ減 割引値は、その通行コストに関連して決定される請求項

8

プの道路区分を含めることを有利にする工程と

える方法。

複数の道路区分を含む地図データベースをサーチして、 少なくとも1つのルート候補を生成する工程と、

知行おいて、

に行われる請求項25に記載の方法。

【静水項23】 車両ナビゲーションシステムにおいて トは地図データベースに記憶された複数の隣接する道路 部分的ルート生成を終了する方法であって、部分的ルー 区分を有し、前記方法は、

旭図データベースから隣接する道路区分をサーチする工

アクセス制限道路へのアクセスを有する第1の道路区分 を部分的ルートの一部分として選択した時に、部分的ル トト生成を終了する工程であって、アクセス制限道路は

む請求項27に記載の方法。

\$

女母28に記載の方法。

アクセス制限道路の両方向にアクセス可能な部分的ルー 関連する2つの方向を有する工程と、

第2の道路区分を超える部分的ルート中のあちゆる隣接 【糖水項24】 車両ナビゲーションシステムにおいて 部分的ルート生成を終了する方法であって、前記部分的 道路区分を除去する工程と、を備える方法。 ト中の第2の道路区分を識別する工程と

少させる工程を有し、各選択された道路区分についての

[0000] S 地図データベースをサーチするサーチ餌域を隣接する道

ルートは、地図データペース中に記憶された複数の瞬接

道路区分を有し、前記方法は、

[発明の詳細な説明]

長いので、ための、現在のルート生成方法に替わる手法 を提供し、この経費を減らすことが望まれる。目的地ま ゲーションシステムは、典型的に「A*」と呼ばれる周 知の人工知能(A1)グラフサーチ手法に基づくサーチ n Nils J., 1993; ISBN 0-934613-10-9 に記載されてお *では、出発点から目的地まで方向付した幅員を第1と った、各区分についてのコスト(f(n))は以下の数 ツリーを構築し、そのツリーの根は出発点の区分であ 1 にしたがって決定される。

発明の属する技術分野】本発明は、車両ナビゲーショ ソシステムによるルートの決定、より詳細には、ユーザ の最終目的地への最適ルートを効率的に決定するための 5社および装置に関する。

[従来の技術、発明が解決しようとする課題] 使用可能 [0002]

トについては、ユーザは自分の最初の位置を出発する前 が増加すると、長距離ルートを生成するために要する時 に望ましくない遅延を経験する。ルートが生成される前 となってしまう。そこでもし総ルートの生成が完丁する がユーザに伝達可能な方法があれば、長距離ルート生成 【0003】さらに、ルート生成に要する時間が非常に に出発しようとユーザが快定すると、ナビゲーションシ から外れてしまうことが多く、ルート生成は無駄なもの 前に最初の数個の指示または方向案内が決定でき、それ な地図データベースがカバーする範囲および地形の密度 ステムからの指示なしで運転し、結局生成されるルート 聞は相関的に増加する。特に長い距離または複雑なルー 時間についての上述の問題は優和できるであろう。

でのルートを決定するために、現在利用可能な車両ナビ アルゴリズムを採用している。A*は、「人工知能の原 理 (Principle of Artificial Intelligence) | Nilsso り、これをここに参考文献として挙げる。一般的に、A するサーチをグラフ、すなわち、地図データベースを介 して実行し、それが進むにつれて考えられる解決パスの る。A*アルゴリズムは、出発点の区分から始まり、各 区分のすべてを決定することにより構返される。したが (技)またはツリー区分に対して最も近くに接続された

ここで、g (n) は出発点の区分から区分nまでの既知 ため、この経費についての望ましくない効果を軽減する 狭くする効果がある。しかし、未**体**正のA*アルゴリズ ムを使用してのルート生成時間は依然としてかなり長い のコストを示し、h(n)は区分nから目的地までの発 見的コストである。発見的コストとは、基本的に区分れ る。それから、最小の総コストを有する区分がルートの 一部として選択され、所望の目的地に対応する区分が選 択されるまでアルゴリズムが継続する。数1のコストの 公式の使用は、目的地へ向かって累進的にサーチ領域を から目的地までの実際のコストの知力による推測であ [数1] f (n) = g (n) + h (n)

梅開平10-197269

ルート生成の解決法を提供することが依然として望まれ

[課題を解決するための手段] 本発明は出発地から最終 [0000]

し、それは上述した周知のA*グラフサーチアルゴリズ ムにまさる多くの長所を有する。1つの実施形態によれ ば、A*アルゴリズムの原理に基凸いて2端サーチを実 行する。すなわち、2つのルートが同時に生成され、そ の1 0は出発地から最終目的地へのルートであり、もう 目的地までのルートを生成する方法および装置を提供

1 しは最終目的因から出解却へのルートである。

生成する。第1のルート候補の生成後、付加的な第2の その第2の数の繰返しにより追加のルート候補が生成さ [0006] 別の実施形態によれば、本発明のルート生 するかを決定する.アルゴリズムは地図データベースを 第1の繰返し数にわたりサーチし、第1のルート候補を れたり生成されなかったりする。それから、最良のルー **成アルゴリズムはルート候補を求めるサーチをいつ終了** 数の繰返しの後に地図データベースのサーチを終了し、 ト侯補をルートとして選択する。

後のサーチから除外する。それから、ルート候補から最 区分を除外することにより、地図データベースのサーチ 補を生成する。データベースのサーチ中に、アルゴリズ ンクより低いランクを有する他の全ての道路区分をその [0001] 別の実施形態によれば、ルート生成アルゴ リズムは、サーチ可能な母集団から特定のタイプの道路 をより効率的とする。アルゴリズムは、複数の構返しに わたり始図データベースをサーチし、1以上のルート候 ムは関連する第1のランクを有する第1の道路区分を蹴 引する。そのような道路区分が観別されると、第1のラ

チ領域を開整する。アルゴリズムは、地図データベース ペースのサーチ中、アルゴリズムは、サーチ領域がグリ 一部分を含むか否かを決定する。もし含むならば、その サーチ領域に関連するパラメータを懶作する。パラメー **ート生成アルゴリズムは、地図データベースのサーチに** 使用するサーチ領域の特性を操作し、サーチが行われる をサーチするサーチ領域を拡張して、道路区分が生成さ れるルートに含まれるようにする。サーチ領域は、関連 する少なくとも1つのパラメータを有する。 地図データ ッドパターンにより特徴付けられる地図データベースの こうして、特定の地図領域のデジタル化密度を考慮して [0008]さらに別の実施形態によれば、本発明のル データベースの特定の領域の特性に対応するようにサー タは例えば、サーチ領域の大きさとすることができる。 良のルート候補を選択する。 **\$**

[0009]また、本発明は、車両の出発地と最終目的 る方法を提供する。典型的には、車両ナビゲーションシ 始との間のある位置に中間ルートを決定することができ ステムのユーザは、出発地を出発する前に総ルートが計 サーチ領域の大きさを髑整することができる。

S

のルートを構成する方法および装置が提供される。1つ 差地点で交差するか否かを決定する。 第1および第2の [0010] 種々の特定の実施形態によれば、2つの部 の実施形態によれば、システムは接続地点で接続される 第1および第2のルートを生成し、結合ルートを構成す る。次に、接続地点に近い第1のルート上の出発地点か 5、接続地点に近い第2のルート上の目的地点までの置 **換ルートを生成する。次に、単一ルートの出発地点と目** 的地点の間の部分を置換ルートに置き換える。別の実施 形態によれば、システムは第1および第2のルートが交 ルートが交差する場合、交差地点に接続された結合ルー トの不要部分を除去する。これは、元の倭龁地点のあら 分的ルートを1つに継ぎ合わせ、すなわち接続して単一 ゆる変則的なルート構成を「なめらかにする」。

択する。別の実施形態によれば、アクセス制限道路への ストを有する部分的ルート候補を部分的ルートとして選 図データベースをサーチして複数の部分的ルート候補を アクセスを提供する道路区分を部分的ルートの一部分と して選択した時に、部分的ルートの生成を終了する。次 に、部分的ルート中の第2の道路区分を、アクセス制限 道路区分を除去する。より群細な実施形態によれば、ア ルゴリズムのサーチ領域を、アクセス制限道路の一部分 [0011] 種々の特定の実施形態によれば、部分的ル **ートを生成し、部分的ルート生成を終了するための方法** および装置が提供される。1つの実施形態によれば、地 生成し、各部分的ルート候補は関連する通行コストおよ ひ発見的コストを有する。データペースのサーチは、少 なくとも1つの部分的ルート候補に関連する通行コスト が閾値に達した場合に終了する。次に、最低の発見的コ に、第2の道路区分を超える部分的ルート中のあちゆる 道路の両方向ヘアクセス可能な部分から識別する。次 が部分的ルートの一部分として選択されるまで拡張す

2

る。次に、アルゴリズムは、アクセス制限道路に沿った [0012] 本発明のさらに他の実施形態によれば、車 するための方法および装置が記載される。システムはル 拡張を終了するが、第2のアクセス制限道路に遭遇する 両ナビゲーションシステムのユーザにルート繋内を提供 一ト、およびルートの第1の部分に対応する第1の複数 の方向指示を生成する。次に、第1の複数の方向指示を ューザインターフェースを介してユーザに伝達する。第 1の方向指示の伝達の開始後、ルートの残りの部分に対 まで少なくとも1つの他の方向への拡張を継続する。 むする第2の複数の方向指示を生成する。

[0013] 本発明のさらに他の実施形態によれば、生 成されるルート中で特定のタイプのルート、例えばフリ ーウェイを含めることが有利となるようなルート生成の ための方法および装置が提供される。そのシステムの地 図データベースをサーチし、少なくとも1つのルート候 補を生成する。アルゴリズムがデータベースをサーチし を勤的に調整して、特定の道路区分タイプをルートに含 ている間、選択された道路区分の各々に関連するコスト めることが有利となるようにする。

[0014] 本発明の性質および長所は、明細뿁の残り の部分および図面を参照することによりさらによく理解

[0015]

Sniderへの米国特許第5,359,529 号の「ルート案内オン 374,933 号の「車両ナピゲーションシステムの位置補正 方法」、およびDesai et al への米国特許第5,515,283 **号の「車両ナピゲーションシステムにおけるルート計算** のために高速道路のアクセスランプを識別する方法」に 【発明の実施の形態】本発明は一般的に、Kao への米国 特許第5,345,382 号の「相対方位センサの歓正方法」、 /オフールート状態フィルタ」、Kao への米国特許第5, 関連し、これちすべての記載をここに参考として含め

システム環境

体126は、デジタル化された地図情報が記憶された不 れ、CPU124は蚊正、信号処理、推測航法、車両の る。また、CPU124による実行のためにメインメモ ことができる。メモリ128は、リードオンリーメモリ なソフトウェアプログラムの実行のために必要な情報の 読み出しおよび書き込みを可能とする。 データベース媒 8は、例えば衛星によるナピゲーションシステムからの ターフェース122からのデータはCPU124へ送ら 位置決めおよびルート案内機能を実行する。 地図情報を 含むデータベースはデータベース媒体126に配憶され り128内に記憶され、計算手段120の動作を指示す るソフトウェアもデータベース媒体126内に記憶する (ROM) 、もしくはフラッシュメモリまたはSRAM のような再プログラム可能な不輝発性メモリにより構成 することができる。システムRAM130は、そのよう 図1は、本発明で使用する車両ナピゲーションシステム 100の符定の実施形態のブロック図である。距離セン サ112および各速度センサ114、ならびにグローバ 18はセンサ/GPSインターフェース122を介して 距離センサ112は走行距離計からなり、角速度センサ 1.1.4 はジャイロスコープ、または車両の車輪に連結さ れた差勤走行距離計からなる。GPSデータ受情機11 信号を受信するために散けられる。センサ/GPSイン ル・ポジショコング・センサ (G P S) データ受信機 1 計算手段120~接続される。典型的な実施形態では、

フィックコントローラを含むことができる出力コントロ キーボードを有するユーザインターフェース136を通 **一ラ132は、CPU124により処理されたデータを** 表示コンソール140は、通常は表示スクリーンを有す る出力伝連機構134を備える。ユーザは、典型的には M、または集積回路により構成することができる。グラ 受け取り、そのデータを表示コンソール140へ送る。 じて希望の目的地などのデータを入力することができ

8 ន 造の最高レベルのカテゴリー、すなわちランク 3はフリ 遅らせる。区分のコストは、いずれも区分に沿った通行 ス内の各道路には、道路のカテゴリーまたはタイプに関 連する道路ランク値が関連付けされる。例えば、階層構 **一ウェイおよび高速道路を含む。最低レベル、すなわち** [0016] データペース集体126内に記憶された地 図データベースは、好ましくは、例えば緯度および経度 座標などの、道路の交差点またはノード、道路区分、陸 他の地理的情報を含むことができる。さらに、データベ 一スは、道路名および地名、ならびに、分岐路、一方通 行制限、始面、速度制限、形状、高度などの道路の地形 などの地図上の道路および場所の特徴、ならびに他の特 性を示すデータを含むことができる。本発明の特定の実 施形態によれば、地図データペースは、個々のノードお よび道路区分に関連付けられたコスト値を含む。これら のコスト値は、個々のノードまたは区分を通行するため 例えば車両が接近してくる交通と遭遇するか否かという ような情報を考慮し、それにより左折の方向指示案内を 時間に影響を与える、例えば速度制限および区分の長さ などの道路区分佈性を反映する。また、地図データベー 標、および関心のある地点を示す位置データ、ならびに の時間間隔の推定値に対応する。ノードのコスト値は、 ランク 0 は住宅地の道路、路地を含む。

Bから逆に戻るように導く極路の両方を探す。この2つ は出発地点Aから出発する経路、および、最終目的地点 終目的地までの最適ルートを効率的に生成する方法を利 出発地Aから最終目的地Bまでのルートを決定する方法 を図2を参照して説明する。本発明の特定の実施形態に 一ト生成アルゴリズムを使用する。すなわち、システム よれば、車両ナピゲーションシステム100は、2端ル のサーチは各々が複数の部分的ルートを生成し、結局そ 本発明は、地図データベースを組織化して出発地から最 用する。図1の車両ナビゲーションシステムを使用して のうちの2つが地点AとBの間のどこかで出会い、単一 のルートを形成する。

ルート生成

の方向へ広がる。図2は、地点Aから出発する4個の道 [0017]最初は、円形領域202および204によ り示すように、サーチパターンは両地点A、Bから全て 路区分の1つをどのように選択してルートの探索を続け 5かを示す。各道路区分nは関連する区分コストg

特開平10-197269

G

れは、ルート生成過程にわたってサーチエリアの方向を (n)を有し、各ノードkはそれぞれ関連するノードお スト値を得る。それから、最小の総コストを有する道路 区分を選択し、その後のルート生成に使用する。図2に それは、地点口に関連する発見的コスト、すなわち、地 のプロセスを地点Dについて繰返し、その後、新しく生 修正し、かつ限定する効果を有し、それにより領域20 6 および2 0 8 に示すように、サーチを地点AおよびB ードおよび発見的コストに加算し、各々についての終コ 点DとBとの間の距離が、地点C、E、およびFに関連 成された各ルート地点についてこのプロセスを行う。こ よび発見的コストg(k)およびh(k)を有する。各 区分についての区分コストを、その終了地点について、 おいて、まず地点ロで終了する道路区分が選択される。 する発見的コストより小さいからである。それから、

生成された後、システムはルート生成アルゴリズムを終 は、他の種々のルート生成方法) により第1のルートが 200時後のうちの10は、出発站と目的地の間にプロ グラム可能な数のルートが生成されることである。例え ば、1つの特定の実施形態によれば、プログラム可能な ルート数は4である。この実施形態では、4個のルート が生成されると、システムは最小のコストを有するルー 下する前に2つの事象のうちの1つが起きるのを待つ。 本発明の特定の実施形態によれば、上述の方法(また

トをユーザに伝える。

間のエリアにより集中させる。

操返し終了カウント

適当であったとしても、25マイル離れた出発地と目的 に、少なくとも1つの部分的ルートを、追加の500個 い。なぜなら、それはルートの長さの大きな変化を考慮 していないからである。例えば、2マイル離れた出発地 と目的地について繰返し終アカウントの初期値500が デジタル化されたエリア (例えば、田舎のエリア) につ いて適当な初期カウント値を使用すると、密にデジタル 化されたエリア(例えば、繁華街の都市エリア)におい 第1のルートが生成された後、追加のルートのサーチを 続けつつ、ルート生成アルゴリズムにより実行される各 繰返し終Tカウントの初期値は、発明の種々の特定の実 できる。10の実施形態によれば、椽返し終了カウント の区分に拡張する。しかし、そのような固定値の初期値 **施形態にしたがって、種々の方法により散定することが 地についてはそれは不十分な場合が多い。さらに、粗く** 区分の拡張について繰返し終了カウントを減少させる。 の初期値は500回の繰返しに固定される。すなわち、 はルート生成の全ての問題について適当なわけではな ウント」と呼ばれるパラメータが弊に達した時である。 ルート生成アルゴリズムは、そのサーチを終てする前 [0018] 2つの事象のもう1つは、 40

【0019】したがって、代りの実施形骸では、繰返し ては、追加の繰返し処理が十分な回数行われない。

22

揮発性メモリ、ハードディスクドライブ、CD-RO

の実施形態では、初期値を出発地と目的地との間の距離 に依存するようにする。すなわち、出発地と目的地の距 離が大きくなるほど、初期値を大きく設定する。第2の 実施形態では、初期値を、第1のルート生成に必要とさ れた区分拡張数に依存するものとする。すなわち、生成 された第1のルート中の区分数が多いほど、初期値を大 きく設定する。こうして、繰返し終てカウントの初期値 を、特定のルート生成問題各々に対して調整することが 終了カウントの初期値を可変とすることができる。第1

的地との間の距離、または生成された第1のルート中の して、さらに改善することができる。例えば、各区分拡 は、カウントを調整するための特別の量を、出発地と目 [0020] 上述した繰返し終了カウントの実施形態の いずれも、出発地から目的地までの追加ルートが生成さ れた時にそのカウントを特別な量だけ減少させるように 張毎にカウントを1だけ減少させることに加え、第1の ルート後、各ルートが生成される毎に例えば50ずつカ ウントを減少させることも可能である。したがって、生 成されたルート数が増加し、それに応じてさらなるサー チの必要が減少するにつれて、そのことを反映するよう に繰返し終了カウントを調節する。特定の実施形態で 区分数に応じて変化させることができる。

より高いランクかちより低いランクへ行くにつれて増加 能性が高い。これは、ルート304が、例えば、それが らなるために明らかに優位なルートである場合でさえそ うにする。例えば、1つの実施形態では、特定のノード で、ルート304よりルート302の方が生成される可 主としてランク3の道路区分、すなわちフリーウェイか うなる。したがって、本発明の特定の実施形態では、発 見的コストを動的に觸整および重み付けして、ルートの 生成においてランクの高いルートの使用が有利となるよ し、高いランクの区分が有利となるようにする。他の実 施形態では、発見的コストを動的に調整および重み付け して、道路区分の使用をそれらの重要度に基づいて有利 についての発見的コストを、そのノードと目的地との距 難に、関連する道路区分のランクに対応する定数を乗じ 上述のルート生成方法を、図3に示す課題に対処するよ うに改善することができる。ノード301における発見 的コスト (ペクトルH1で示す) はノード303におけ ることにより決定する。ランクに関連する定数の値は、 る発見的コスト (ベクトルH2で示す) より小さいの

ば、h=20,000対 g=100)では、総区分コスト f、す [0021] 発見的すなわちhコストの操作は、目的地 hコストにある定数 (例えば 0.9) を乗じることを含 が出発地から非常に違い (例えば300マイル) 場合に は特に有益となるわけではない。 なぜなら、その操作が む場合、gコストと比較したhコストの大きさ(例え

となるようにする。

し、主要道路に移り、それからフリーウェイへ移る。ユ

S

なわちょ+hの調整は不釣り合いとなるからである。し たがって、本発明のより詳細な実施形態によれば、その 地点までのルートのgコストの割合として計算される割 引値を導入することにより区分コスト [を調整し、より 高いランクの区分が有利となるようにする。図4は、出 発点Sから出発する4つの道路区分を示す。大きな区分 352および354はフリーウェイの区分を示す。小さ い区分356および358は表通りの区分を示す。各区 分およびその構成要素に関連する「コストが、関連する る。例えば、区分356についてのfコストは、gコス 終点ノードと目的地Dとを結ぶライン上に示されてい

る。図4の例において、ルート生成アルゴリズムは、最 することが理解される。しかし、アルゴリズムが3つの 352および354を含む) に関連する割引値は、その 方向にそれぞれ拡張すると、フリーウェイルート(区分 ェイルートについての [コストが区分356から始まる ルートについての「コストより小さくなる地点に到達す ることも理解される。こうして、ルート生成アルゴリズ 4が出発点から遠くへゆくにつれて、より高いランクの ト (100) と、ノード357と目的地口の距離により決 定されるカコスト(950) との和である。これは、合計 1050となる。同様に、区分358およびノード35 9について[コストは1100である。しかし、区分3 はフリーウェイの一部であるので、「コストは5%の割 引値だけ減少する。もちろん、割引値は本発明の範囲か いずれにせよ、図4に示すように、区分352と354 に関連する [コストはそれぞれ 1 0 9 5 と 1 2 0 0 であ 初は、最小の1コストを有するので区分356を有利と ルートについての緊倒した。コストが増加するにつれて 増加する。したがって、アルゴリズムは結局、フリーウ 52と354(および関連するノード353と355) ら外れることなく、あらゆる範囲とすることができる。

可変の区分コスト

後に説明する増加的ルート生成の実施形態と共に使用す 【0022】発見的および総区分コストの動的調整は、 区分を有するルートを有利とするようになる。 ることもできることが理解される。

ルングの啓販

路区分は無視される。これはサーチの両端について実行 の後のルートサーチにおいてはそれよりランクの低い道 を減少させる。この態様は、ほとんどの論理的ルートは 一般的に、起点において道路カテゴリーを増加させ、終 別の実施形態は、上述の2端サーチアルゴリズムのさら ルゴリズムがルートに含められるべき道路区分であって 以前の道路区分よりランクの高いものを蹴別すると、そ される。この方法は、サーチに含められるべき道路リン クの数を大幅に減少させ、それに応じてルート生成時間 なる改善を提供する。この実施形態によれば、サーチア る。例えば、典型的なルートは住宅街の通りから出発 点で道路カテゴリーを減少させるという事実を反映す

-ザは、最終目的地の近くの地点に至るまでフリーウェ イ上に残ることがほとんどであり、その地点でフリーウ ェイを下りて主要道路へ移動し、それから住宅街の通り

8 とにより、サーチエリアを同一に推荐しつつ、サーチ時 [0023] 図5は、ランクRO、R1、R2の道路区 分の連続的抑制の効果を、高くなる順に可視的に示す数 **届404は地図データベースの阿一部分を示し、そこで** はランクR0の道路区分(すなわち、住宅地または地方 る。すなわち、ルート生成サーチアルゴリズムはランク ROの道路区分を無視する。層406は、ランクROお よびランクR1の道路区分(すなわち、幹線道路)が抑 **制された後の地図データベースの同一部分を示す。最後** に、届408は、ランクR0、R1、R2が抑制された 後の地図データベースの同一部分を示す。ランクR2は 高速道路を示す。種々の区分のランクを順に無視するこ 示を提供する。層402はランクR0~R3の道路区分 を含む、システムの地図データペースの一部分を示す。 の道路)がサーチアルゴリズムの目的で哲断されてい 間を劇的に減少させることができる。

ルートを失うことがあるので、高いランクの区分に遭遇 抑制の限界を設定し、それにより、高いランクの区分に 遭遇した後でさえも、システムが関連するランクの区分 クの)区分の数に対応する。したがって、例えばランク R0の区分についての抑制限界が100である場合、そ れているならば、ルート生成アルゴリズムはランクRO 別の実施形態によれば、低ランクの区分の抑制は、最適 した直後には行わない。その代わり、各ランクについて をサーチし続けるようにする。1つの実施形態では、各 ランクについての抑制限界は、その道路区分の対応する ランクが哲制される以前にサーチすべき(あらゆるラン つ、少なくとも100個の道路区分がその後にサーチさ のルートが拡張されてランクR1の区分に遭遇し、か の区分を無視する。

[0024]より詳細な実施形態では、各ランタについ これは、出発地と目的地が強く離れている場合に、一般 に依存するようにする。したがって、例えば出発地と目 的に、フリーウェイなどの高いランクの道路が、地方の 装通りなどの低いランクの道路より有利とされる事実を ての抑制限界を可変とし、出発地と目的地との間の距離 的地との間の距離が増加すれば、抑制限界は減少する。

とし、サーチアルゴリズムが動作する地図領域のディジ 典型的に多くの区分の拡張が要求されるという事実を反 れた領域中で所望の高いランクの道路に到達するためは [0025] 別の特定の実施形態では、抑制限界を可変 タベースの密にデジタル化された領域については、哲断 タル化密度に放存するようにする。すなわち、地図デー **現界は増加する。これは、そのような密にデジタル化さ**

8

8

よび副都市エリアのように道路区分がほぼ規則正しいグ ルートを生成するようにさらに適合される。そのような タイプの認識」と名付けられた、共同に顕微された審査 中の米国特許出願シリアルNo.08/480,759 に記載されて グリッドパターン領域、すなわち、例えば多くの都市お リッドパターンに配置されている領域中でより効率的に 領域の認識は、「地図データベースにおける地理的領域 別の特定の実施形態では、本発明のルート生成方法は おり、その全ての記載をここに参考として取り込む。 **グリッドパターン領域内におけるサーチ領域の顕数**

ルート508を含めるようにする効果を有する。それか い右左折を有するSとDの間のルートが生成される傾向 基づく2端サーチアルゴリズムを使用することに関連す 5、ルート生成アルゴリズムが右左折すること、特に右 折することに関連するコストを考慮する場合、より少な が禹くなる。より詳細な実施形態では、より右左折の少 ないルートを生成する確率を増加するため、グリッドパ [0026] 図6に、グリッドパターン領域内でA*に る問題を示す。サーチ領域502および504は逆のル ート端点に繋がるので、生成されるルートはSとDの閏 れば、一回のみの右左折を伴う、より望ましいルート5 08とは逆に、複数の右左折を伴うルート506を生じ させる。したがって、本発明によれば、車両ナビゲーシ ョンシステムは、現在グリッドパターン内で動作してい ると決定した場合には、図1のサーチ領域502、およ の斜方向の周りの狭い領域内に厲する傾向が大きい。 こ び504,により示すように、サーチ領域を緩和する。 これは、サーチ領域内で右左折の少ないルートを含め、 ターン内で右左折することについてのコストを増加す

ルンクの苔色の既界

5。最初に、第1および第2の現在ルートノード、すな 定の実施形態の動作を示すフローチャートである。その アルゴリズムは出発地から目的地までのルートを生成す わち、アルゴリズムがサーチを行う前方および後方サー チ経路中のノードをそれぞれ出発地および目的地に散定 し、繰返し終丁カウントを500に散定し、ルート数を 4に散定する (ステップ602) 。それから、ルート生 図8および9は、本発用の2増サーチアルゴリズムの特 なわち、出発地から目的地へ、およびその逆に実行す 成アルゴリズムは、2つのサーチを実質的に並列に、 アルゴリズムのフローチャート \$

(ステップ604、606)、各々について、他方のサ の後、発見的コストをそれらの個々の道路クラスにした 付けする (ステップ612, 614)。それから、各区 分についての総コストを決定し (ステップ616、61 **ーチの現在ルートノードに対する発見的コストを決定す** る (ステップ608、610)。 ある実施形態では、そ がって高いクラスの区分を有利とする重み値により重み る。現在ルートノードから出発する道路区分を識別し

路区分を抑制する、すなわち、その後のサーチで無視す 8)、各サーチについての最低コストの区分を個々のル 一ト中の次の区分として選択する(ステップ620、6 22)。それから、現在ルートのノードを、選択された [0021] 図8および9は、2端サーチアルゴリズム サーチが遭遇した後に、各サーチにおいてクラス0の道 の100回の梅返し後、およびクラス1の道路区分に各 区分の終点に更新する (ステップ624、626)。

し、本発明の範囲から外れることなく、これらのステッ プの代りに広範囲の変形を使用可能であることを付言し ておく。例えば、もっと少ない回数の繰返し後、または の区分を抑制することができる。さらに、ある回数の検 返し後、およびさらに高いレベルの区分、例えばクラス 2に遭遇した時に、高いレベルの区分を同様に抑制する その代りに、クラス1の区分に遭遇した直後にクラス0 る実施形態を示す (ステップ628-654)。 しか ことができる。

4), 遠していなければ、アルゴリズムはステップ60 [0028] それから、システムは、ルート数を移照す トが生成されたか否かを決定する。ルート数がその初期 それから、システムは2端サーチの各終点についての現 在ルートノードが一致するか否かを決定する(ステップ 660)。一致しなければ、アルゴリズムはステップ6 0 4および606から次の梅返しを実行する。現在ルー カウントが撃に遠したか否かを決定する (ステップ66 4および606から次の繰返しを実行する。繰返し終了 カウントが撃となったならば、システムはそれまでに生 成された可能な全てのルートから最小コストのルートを 値、この例では4より小さい場合(ステップ656)、 トノードが一致したならば、すなわち、1つの完全なル (ステップ662) 。それから、システムは操返し終了 ることにより、出発地から目的地までのいずれかのルー 繰返し終てカウントを減少させる(ステップ658)。 ートが生成されたならば、ルートカウントを減少する 選択する (ステップ666)。

既知の関係およびそれらの地理的周囲環境、例えば、両*f(B)10) $= \sum_{i=1}^{N} g^i$ 到来する方向指示の遅れを生じさせることは明らかであ か。1つの実施形態では、出発地と最終目的地との間の る。先に鼓論したように、本発男は、最初の出発地に近 は、上述のルート生成方法は非常に複雑かつ時間を要す る決定方法であり、ユーザへのルート指示の伝達および い中間目的地を選択し、中間目的地までのルート(「中 間ルート」と呼ぶ。)を生成し、最終目的地までのルー り、これらの遅れを防止する。しかし、システムはこの 形態を使用すべき時をどのようにして知るのであろう 特に密にデジタル化された地図データベースについて トの決定を継続しつの中間パートを伝達することによ 増加的ルート生成

ラム可能なタイムアウト期間より畏い時間を要しないか る。本発明により中間目的地を選択する方法を図10を * 位置が密にデジタル化された都市エリア内にあり、それ らの間が粗くデジタル化された田舎または高速道路エリ アであるというような関係などのパラメータに基づいて 中間目的地を常に決定するが、総ルートの決定がプログ ぎり、最良の中間目的地を選択せず、中間ルートをユー **ザに伝達しない。この実施形態を以下に詳細に激論す** その形態を選択することができる。別の実施形態では、 参照して説明する。

【0029】図10は、出発地である地点Aおよび目的 地である地点日を示す。地点Aは一般的に、車両の静止 した出発位置を示す。しかし、車両の移動中にルート生 成を実行する場合、地点Aを現在の車両の位置の前方に **選択することができる。そのような状況では、出発地の** 決定のために車両の方向および速度の如きパラメータを 考慮することができる。地点Aからそれぞれ4つの異な る中間目的地102、104、106、108への考え られる4つの中間ルート701、703、705、70 7が示される。この例の中間目的地は、高速道路710 および712~の出入口地点である。高速道路の出入口 地点は、容易に観別可能なために頻繁に中間目的地とし て選択され、上述の理由により高速道路の出入口地点か ちの前方ルーの生成が単純化される。本質的に、出発地 の道路より高いカテゴリーのあらゆる道路との交差点 を、考えられる中間目的地として選択することができ

は20秒以降に延過するようにプログラムすることがで の全ての区分およびノードコスト、すなわちg (n) お すなわちh(dest)とを結合することにより、考えられ る各中間目的地についての終コストを計算する。特定の システムは、タイムアウト期間内に地点Aから出発する 良の候補を選択する。タイムアウト期間は複数レベルの 期間とすることができる。すなわち、タイムアウト期間 きる。図10は、1つの中間目的地への4個の候補、す 6および108が見つかった状況を示す。候補が潜状さ れると、システムは、その目的地に至るルートについて [0030] 再度図10を参照すると、ナビゲーション 地図データベース上の幾つかの考えうる極路を探し、そ のタイムアウト期間の経過後、中間目的地についての最 は、3個以上の候補が見つかった場合には10秒以降に **経過し、1個または2個のみの候補が見つかった場合に** なわち、萬波道路への出入口地点102、704、70 よびg(k)と、その目的地に関連する発見的コスト、 英施形態では、その関係は以下の数2ようになる。 \$

+ g(k)] + い(配色岩)

これらの値を結合し、またはコスト値を割り当てて各中 間ルートについての総コスト値を得る多くの異なる方法 があることが理解されるであろう。本発明は、上述の特 **定の実施形態に限定されるものではない。**

[0032] 本発明により、中間目的地を選択するため ことができる。この形態は、例えばユーザがある高速道 路へのアクセスが必要であることを知っているが、彼女 地から10マイル以内にある高速道路および高速道路の ユーザは所望の高遠道路、特定の出入口地点を選択する の別の方法が提供される。この実施形態によれば、出発 の現在位置からその高速道路までのルート生成を必要と 出入口地点のリストがユーザに与えられる。それから、 している場合に有用である。

ន でのルートの残りの部分およびそれに対応する方向指示 [0033] 中間目的地が選択され、中間ルートが生成 されると、システムディスプレイを通じて適当な一連の スクリーンを有し、それら各々は、ユーザが次に行う換 ステムはユーザにこの情報を提供するが、最終目的地ま とができ、これによりユーザはほぼ直ちに運転を開始す ることができる。方向指示の生成およびルート案内につ 方向指示がユーザに伝達される。これらは通常、一連の 総ルートが決定される前にナビゲーションを開始するこ は、中間目的地を出発地として快定される。こうして、 縦に関する情報、例えば、次の方向指示までの距離、 たは次の方向指示の性質(例えば左折)を伝達する。 いて以下により詳細に説明する。

2 まで待機するようにプログラムされる。最終目的地まで ルートを完全に決定し、対応する方向指示をユーザに伝 た第1の中間目的地の選択と同様に行われる。 このプロ 0 の総ルートがタイムアウト期間中に決定された場合、中 間ルートの伝達は不要であり、中間目的地は選択されな 期間中に決定されない場合、システムは中間目的地を選 極過する前に最終目的地までの総ルートが依然として決 定されていない場合、システムを第1の中間目的地より 遠くにもう1つの中間目的地を決定するようにプログラ セスは、総ルートの残りの部分が決定されるまで繰返す に次の中間目的地の決定を開始するようにシステムをプ 同僚に、総ルートの残りの部分の決定が未だ完了してお より長い時間を必要とする場合に限り、各連続的な中間 [0034] 上に簡単に述べたように、本発明の特定の 間目的地を選択する前に、タイムアウト期間が経過する い。しかし、最終目的地までの総ルートがタイムアウト 択し、上述のように動作する。タイムアウト期間が再度 ことができる。その代わりに、最終目的地までのルート 生成がまだ完丁していないことが決定された場合、直ち ログラムすることができる。第1の中間目的地の場合と らず、またはプログラム可能な1つのタイムアウト期間 ムすることができる。次の中間目的地の選択は、上述し 実施形態によれば、車両ナビゲーションシステムは、

存限平10-197269

ようにユーザに伝達することができる。では、システム は、高速道路上のどちらの進行方向を伝達すべきかをど 簡は、この状況に以下の方法で対応する。1つの実施形 の前に第1の中間目的地801を選択し、いずれかの高 速道路の方向を選択可能とする。その間、第1の中間目 る、第1の中間目的地より速い別の中間目的地を選択す [0035] 中間目的地が近すぎ、総ルートの快定が完 のようにして知ることができるか。本発明の別の実施形 態では、進行方向を、高速道路の出入口から最終目的地 への方向に基づいて導き出す。別の実施形態では、図1 1に示すように、出入口802または803のいずれか 的地に到達するまでに既知となるであろうルートを有す **「する前に車両が中間目的地に到達してしまう場合はど** うであろうか。中間目的地が高速道路の出入口である場 合、髙速道路上への方向指示を追加の指示と共に、例え ば「病速道路上を進め一残りのルートを生成中」という

ことができる。 次の中間目的地の潜状は、上述の第1の 問題についての別の解決は、さらなる中間目的地の決定 に関連する。本発明のこの実施形態では、車両が中間目 完丁していない場合、第1の中間目的地より強くに即の **総ルートの費りの部分が決定されるまで繰り返すことが** 【0036】第1の中間目的地に到遠してしまうという 的地に到達する時刻までに依然として総ルートの決定が 中間目的地を決定するようにシステムをプログラムする できる。より詳細な実施形態では、総ルートの残りの部 分の決定がプログラム可能なタイムアウト期間より長い 中間目的地の選択と同僚に行われる。このプロセスは、 時間を要する場合に限り、各中間ルートを完全に決定

6)。プログラム可能な時間間隔が経過し、出発地から 4)。 一方、総ルートの決定が完了した場合、その総ル の決定を開始し、同時に少なくとも1つの中間目的地を 最終目的地までの総ルートの決定が完了していない場合 る中間目的地を最良の中間目的地として選択し (ステッ プ910)、その中間ルートをユーザに伝達する(ステ ップ912)。次に、システムはその中間目的地から最 終目的地までのルートの決定を継続する (ステップ91 【0037】図12は、本発明の特定の実施形態の動作 は、最終目的地までのルートを生成する目的で、ユーザ 決定する (ステップ904)。 次に、システムは各中間 (ステップ908) 、システムは最小のコスト値を有す を示すフローチャート900である。最初に、システム システムは車両の現在位置から最終目的地までのルート による目的地入力を受ける (ステップ902)。 改に、 目的地についてのコスト値を決定する (ステップ90 - トをユーザに伝達する (ステップ 916)。 し、対応する方向指示をユーザに伝達する。

【0038】最終目的地へのルートの決定が完了してい ない場合 (ステップ 918)、システムは第1の中間目 的地と最終目的地の間の別のグループの中間目的地を決

20

歯するようにシステムをプログラムすることができる。

定し (ステップ 9 2 0) 、各々についてのコスト値を決 924)、システムは再度最低のコスト値を有する中間 ューザに伝達する (ステップ 928) 。ステップ 918 から928を最終目的地までの残りのルートが決定され 定する(ステップ922)。 第2のプログラム可能な時 間間隔後にルート生成が完了していない場合(ステップ 目的地を選択し(ステップ926)、次の中間ルートを るまで繰返し、それが決定された時点でユーザに伝達す る (ステップ930)。

[0039]図13は、本発明の特定の実施形態による 複数の中間ルートの選択を示すフローチャート1000 である。システムは、元の位置の道路の階層レベルより **高い階層レベルを有する接続路に遭遇するまで、車両の** 元の位置に直接接続される道路区分の1つから出発する 考えうるルートを探す(ステップ1002)。 改に、シ ステムは、中間目的地の1つとして、接続路への出入口 を指定する (ステップ1004)。 次に、ステップ10 02および1004を、元の位置から出発する各道路区 分について繰り返す (ステップ1006)。

ムはルートコストを発見的コストと結合し、その中間目 る、複数の中間目的地についてのコスト値の決定を示す フローチャート1100である。システムは、車両の出 発地から出発する中間ルートの1つ中の道路区分および ノードについての区分およびノードコストを結合し、そ れにより、その中間ルートについてのルートコストを生 成する (ステップ1102) 。次に、システムは中間ル トに関連する中間目的地についての発見的コストを決 定する (ステップ1104)。 発見的コストは、中間目 的地と最終目的地の間の距離に対応する。次に、システ 6)。次に、ステップ1102から1106を各中間目 的地についてのコスト値を生成する (ステップ110 [0040]図14は、本発明の特定の実施形態によ 的地について繰り返す (ステップ1108)。 部分的ルートの描ぎ合わせ

(c) は、2つの部分的ルートを1つに継ぎ合わせる時 上述のように、ある中間目的地までの部分的ルートが生 成され、次にその中閏目的地から別の中間目的地または 最終目的地までのもう1つの部分的ルートが生成された に遭遇する典型的な迂回路の幾つかを示す。各ケースに し、ノード1202は通り1204を組え、第2のルー トは最終的に通り1204上を目的地Xへと進む。ノー トはある程度「戻り道」しなければならず、これは非効 卑的であり、ユーザの目からはかなり不便となる。例え ド1202かち通り1204~至るために、第2のルー 時、そのルートを効率的な方法で1つに「継ぎ合わせ る」という問題が発生する。図15 (a) ないし15 おいて、毎1の部分的ルートはノード1202で終了

(a) に示す方向指示、すなわち、まずノード1202 に進むことなく、通り1204上へ単純に左折すること を好む場合がほとんどである。図15(b)では、その 代りに第2のルートは左折するが、通り1204上に至 回のみの右左折を必要とする。しかし、それらのうちの 1 つはUターンであり、それはある状況では非常に困難 の第2のルート1212は、通り1204に至るのに2 るまでに、さちに2度の右左折を要する。図15 (c) ことになる。すなわち、実際には、ユーザは図16 であり、または時間を要するものである。

[0041] ユーザが生成されたルートから外れてしま い、ある地点から生成されたルートへ戻るルートを再生 成しなければならない場合に、同様の問題が生じる。図 16 (b) において、Sからロへの元のルートが生成さ れたが、ユーザはルート1302から外れてしまい、地 点Vからルートの再生成を開始した。再生成された部分 的ルート1304は、区分TDでルート1302と出会 った。しかし、部分的ルート1304のTD上の進行方 向はルート1302のそれと逆であり、口へ向かうルー 一般的にそのような不便さはユーザにとって耐え難いた 継ぎ合わせてこれらの非効率的な迂回を防止する方法を め、本発明の特定の実施形態は、部分的ルートを10に ト1302~戻るためにある種の迂回が必要となった。 最供する。

【0042】1つの実施形態では、第2の生成ルートが 第1の生成ルートと交差し、または交わる場合には(図 は、図11、および図18のフローチャートを参照する の生成ルート1402は区分S2でノードN1を丁度超 を進み、図15 (a) を参照して説明した迂回と類似す 第1および第2の生成ルートが交差することを決定した 場合 (ステップ1504)、それは、S1から直接S6 へ向かうルートが通行可能かどうかを決定する(ステッ ブ1506)。ルートが交差しない場合、またはS1か ちS6へのルートが通行不能である場合、代替的な継ぎ 合わせアルゴリズムを実行する (ステップ1508)。 ルートが交蟄し、S1からS6へ向かうルートが通行可 能である場合、システムは区分S2からS5を無視する (ステップ1510)。図15 (c) のUターンのシナ リオを使用して本発明のこの実施形態を示すこともでき 15 (a) および15 (c) に示すように)、交遊点に ことにより理解できる。最初に、第1および第2のルー トを生成する (ステップ1502)。この例では、第1 えたところで終了し、第2の生成ルート1404はルー ト1402が終了した地点から始まり、区分S3~S6 接続されるあらゆる不要な道路区分を無視する。これ るループ状に戻る方向指示を必要とする。システムが、

[0043] 別の実施形態では、第1の生成ルートの終 点の丁度前から始まり、第2の生成ルートの起点の少し 後で終了する別の部分的ルートを生成する。次に、関連

20

折のみが必要な場所でユーザに3度の右左折を要求する

ば、図15 (a) では、年2のルート1206は年1の ルート1208上をループ状に戻っており、1度の右左

(22)

その部分的ルートを使用する。これは、図19、および の例では、接続地点Xで第1の生成ルート1602が終 図20のフローチャートを参照することにより理解する ことができる。最初に、第1および第2のルート160 2および1604を生成する (ステップ1702)。こ するコストが元の生成ルートのコストより低いならば、 Tし、第2の生成ルートが始まる。これは、図15

ップ1706)、出発地S1と目的地D1との間に部分 れらの部分に置き換える (ステップ1712)。そうで (b) を参照して説明したのと類似の迂回を生じる。シ ステムは、第1の生成ルート1602に沿って接続地点 4)。 次に、システムは接続地点 Xから短い距離後方に 的ルート1606を生成する (ステップ1708)。 部 分的ルート1606に関連するコストが、出発地S1と 目的地口1の間の第1および第2のルートの地点に関連 するコストより小さいならば (ステップ1710) 、部 分的ルート1606を第1および第2の生成ルートのそ 第2の生成ルートに拾って、目的地D1を溺択し (ステ Xの手前に出発地S1を選択する (ステップ170 なければ、元のルートを維持する(ステップ171 [0044] 部分的ルート1606の結点、すなわち出 発点S1および目的地D1は、部分的ルート1606が に、上述の処理を構返し行って継ぎ合わせ地点の連続的 第1および第2の生成ルート1602、1604と継ぎ なセット各々について総ルートを最適化することができ 合わされる新しい継ぎ合わせ地点を示すこと、ならび ることが理解される。

部分的ルートの生成は、どの点で終了すべきであろう 部分的ルート生成の終了

か。図21は、Sから東行きフリーウェイ1804上へ 東行き方法が選択されたのは、それが目的地口の方向だ からである。しかし、フリーウェイ1804は結局南へ 曲がるので、最適ルート1806はまずフリーウェイ1 804を酉へ向かい、次にフリーウェイ1808を北へ 1804を下り、西行きに入り直して第2の部分的ルー 向かうことが分かる。その結果、第1の部分的ルート1 802を使用すると、運転者は結局東行きフリーウェイ 第1の部分的ルート1802が生成された状況を示す。 ト1810からDへ向かわなければならない。

[0045] 本発用の特定の実施形態によれば、図22 (a) および22 (b) に示すように、第1の部分的ル 一トを切り詰めることによりこの状況を回避することが できる。図22 (a) は図21のエリア1812の拡大 フリーウェイ1804への東行きおよび西行きの入口を ト1802,を有する同一のエリアの図であり、第2の 部分的ルート1810 は西行きの入口を使用してフリ 図であり、それは第1の部分的ルート1802ならびに 示す。図22 (b) は切り詰められた第1の部分的ルー **一ウェイ1804に入ることが可能となる。一般的に、**

20

体配件10~197269

部分的ルートの生成中にフリーウェイに到達すると、本 方または他方のいずれに進むかの決定をしなければなら ない地点の前の道路区分に至るまでその部分的ルートを **勘る。これにより、ユーザが間違った方向を進んでしま** 発明のこの実施形態は部分的ルートの生成を終了し、 う図21に示す状況を回避することができる。

ウェイ1904に遭遇すると、それはフリーウェイ19 ェイ1906に到達し、それにより、さらに効率的なル [0046] 部分的ルート生成の終了に関連する別の状 902に示すように、A*サーチアルゴリズムがフリー 0.4に沿って目的地口の方向ヘサーチ領域1902を拡 **張し、フリーウェイ1906が最適ルート1908上に** あるという事実にも拘わらずフリーウェイ1906の使 用が見落とされるという状況を生む。この結果を回避す るために、本発明は、フリーウェイに到達した部分的ル **ートの拡張を中止し、代替的ルートを探し続ける。これ** は、図24の铟塔1902,により示されるサーチ铟塔 の拡大を生じる。フリーウェイ1904に沿った拡張が 中止されるので、サーチ領域1902、は結局フリーウ 兄を図23および図24に示す。図23のサーチ領域1 ートが実現される。

有する部分的ルート、すなわち目的地に最も近い端点を 扱されて8コストの関値に達するまで待機する。この実 成アルゴリズムにより探し出された考えうる各部分的ル **一トは、少なくとも1つの考えうる部分ルート中の区分** の結合8コスト(通行時間を示す)が関値に強する地点 まで拡張される。次に、システムは、最低のカコストを ムは選択を実行する前に、考えうる各部分的ルートが拡 **拡形態では、各ルートについてのミコストは同一である** ので、カコスト又は〔コスト ([=g+h) のいずれか [0047] 本発明の別の実施形態によれば、ルート生 有するルートを選択する。特定の実施形態では、システ を使用してどちらが最適な部分的ルートであるかを決定 することができる。

の閾値が可変である場合、その値は出発地と目的地の間 の距離に関連する。即ち、出発地と目的値の関の距離が トの間値は固定または可変のいずれかである。8コスト れた部分的ルートに関連する通行時間(すなわちョコス 十分に長くなることを保証する。可変な 8 コストの閾値 トに対して過度に長くならないことを保証する。出発地 と目的地が比較的近い場合、完全なルートに対して部分 的ルートが長くなるほど、最適ルートが生成されない可 イへの入り直しなどの望ましくない戻り道の操縦が完全 なルートに含められることがしばしば生じる。部分的ル [0048]より詳細な別の実施形態によれば、gコス 大きい程、gコストの関値は高く設定される。これによ り、車両が部分的ルートの終点に適する以前に、生成さ ト)が生成されるべき目的地への完全なルートについて は、また、選択された部分的ルートの長さが完全なルー 能性が大きくなる。これにより、ロターンやフリーウェ

存限平10-197269

ートを完全なルートに対して適当な比率に維持すること は、そのような望ましくない事態の発生の危険を減少さ

るならば、システムはその部分的ルートの結点から、8 コストが距離に基づく関値を超えない地点2006まで たがって、本発明の特定の実施形態は、図25を参照し 後退する。これにより、完全なルートが最適ルートに近 くなる確率が増え、ユーザが高速道路に入って間違った 【0049】別の実施形態によれば、部分的ルート候補 が確実となるようにBコストの閾値を十分に高く設定す る。しかし、ある例では、この目標は、部分的ルートの 長さを出発地と目的地の間の距離に適切に比例するよう に維持するという目標と矛盾することが理解される。し 最も近い高速道路の入口(ノード2002)が少なくと も1 つの部分的ルート候補に含まれるように ロコストの 閾値を設定する。次に、サーチアルゴリズムは、髙遠道 路の入口に至るまで様々な部分的ルートを拡張する。高 速道路の入口を含む部分的ルート(すなわち、ルート2 004)のgコストが、出発地Sから目的地Dまでの距 難に関連するgコストの閾値を超えないならば、矛盾は 生じない。しかし、それがこの距離に基づく関値を超え の少なくとも 1 つが最も近い 高速道路の入口を含むこと て以下に説明する方法でこの矛盾を解決する。最初に、 方向へ進むというような確率が減る。

て、ルート生成アルゴリズムにより使用されるgコスト 使用しないことを指定することができる。 アルゴリズム ューザが指定したとすると、フリーウェイ区分に関連す るョコストを増加し、それらを生成されるルートに含め は、必ずしも常に対応する道路区分についての実際の8 使用することなどの選択を実行するためのgコストの徴 【0050】ここに記載する車両ナビゲーションの特定 の実祐形態によれば、ユーザは、ルート生成アルゴリズ ムの動作に影響を与える特定のパラメータを指定するこ とが可能である。例えば、1つの奥施形態では、フリー ウェイの使用に関する好みを指定することができる。す なわち、コーヂは、ルート生成において、アルゴリズム がフリーウェイをなるべく多く使用し、またはなるべく は、フリーウェイ区分に関連するBコストを操作するこ とによりユーザの好みに適合する。よって、例えば、ア ルゴリズムがフリーウェイをなるべく使用しないように るための候補として望ましく無いようにする。 したがっ コストであるとは殴らない。 したがった、部分的ルート 作と平行して、部分的ルート候補中の区分の実際の8コ システムは、フリーウェイをなるべく多くまたは少なく 険補がgコストの閾値に違したか否かを決定する時に、

図26 (a) から26 (d) は、生成ルートに関連する 方向指示案内を生成し、運転者に伝達する様子を示す一 方向指示の生成およびルート案内

S

連の時間線を示す。本発明の第1の実施形態 (図26

ンステムはそれらを運転者に伝える(ガイダンス(Guid (a)) では、総ルートが生成され(Rで示す)、改に (Mで示す)。全ての方向指示が生成された場合のみ、 生成されたルートに対応する方向指示案内を生成する

ance) の「G」で示す)。

り長く、運転者が方向指示の受け取りを開始し、出発地 を出発するまでに、望ましくない遅延を生じる。したが ルート案内が始まる点をかなり手前にする。システムは 総ルート (R) を生成し、次に最初の幾つかの方向指示 (M1で示す)を生成し、次に残りの方向指示 (M2で 示す) を生成する。こうして、ルート繋内 (G) は、最 初のいくつかの方向指示が生成された後に開始し、それ 多くのルート生成のシナリオにおいて、これはかなりの 改善を提供する。残念ながら、ルート生成によりもたら [0051] しかし、上述の増加的ルート生成を参照し て駿論したように、総ルートの生成に要する時間はかな って、本発明の第2の実施形態(図26(b))では、 は全ての方向指示が生成される点よりかなり前である。 される望ましくない遅延は残ってしまう。

は、増加的方向指示生成を上述の増加的ルート生成と結 ト生成(R 1およびR 2 で示す)に分割した時間線を示 分的ルートが生成された後、残りのルートに対応する方 合する。図26 (c) はルート生成を2つの部分的ルー す。第1の部分的ルートに対応する方向指示は第1の部 その後直ぐにルート案内を開始する。最後に、第2の部 向指示が生成される (M2 で示す)。 図26 (b) と2 6 (c) の時間線の比較からわかるように、この実施形 分的ルートの生成 (M1で示す)の後直ちに生成され、 [0052]この結果から、本発明の第3の実施形態 **態によりかなりの改善が実現される。**

た手法を結合することにより実現される。この実施形態 では(図26(d))、ルート生成を再度2つの部分的 案内の開始前に第1の部分的ルートに対応する全ての方 2)、次に第2の部分的ルートを生成し (R2)、次に 第2の部分的ルート (M2) に対応する残りの方向指示 を生成する。ここでも、図26 (c) と26 (d) の時 【0053】ルート案内開始前の遅延をさらに減少させ ルート生成(K1とK2)に分割する。しかし、ルート 向指示が生成されるのを待つ代りに、それらの一部のみ が生成されたら(M1で示す)、その時にルート繋内を 間線の比較により、更なる改善が実現されることが分か ることは、図26 (b) と26 (c) を参照して説明! 開始する(G)。次に、残りの方向指示を生成し(M

示を指す。例えば、図26 (b) の実施形態では、十分 な「増加的」方向指示が生成され (M1)、運転者が実 欧に第1のセットの全ての方向指示を実行する前に、生 [0054] 生成される「増加的」方向指示の数は、上 述の異なる実施形態に応じて変化する。「増加的」方向 指示とは、ルート案内が始まったルート生成後の方向指

梅陽平10-197269

包囲されたルートの一部に対応する g コストを、残りの る (M2)。そのような数は、例えば、出発地と目的地 '増加的」方向指示の数を、「増加的」方向指示により の距離に関連して確立することができる。その代りに、

より決定することができる。図26 (c) の実施形態で の部分的ルート中の方向指示の数に直接的に関連してい 的」方向指示 (M1) の数は、第1の部分的ルートに対 広する残りの方向指示 (M2)の生成に必要な時間に関 連付けることができる。すなわち、「増加的」方向指示 に対応する第1の部分的ルートの一部に関連する g コス トは、運転者が全ての「増加的」方向指示を実行する以 前に第1の部分的ルートに対応する残りの方向指示が生 方向指示を生成するのに要する時間に関連付けることに は、生成される「増加的」方向指示 (M1) の数は第1 る。図26 (d) の実施形態では、生成される「増加 成できるようにすべきである。

23 本発明をその詳細な実施形態を参照して特に図示し、競 明してきたが、本発明の精神または視野から外れること なく、形態および詳細における上述および他の変更が可 能であることが当業者には理解できるであろう。例え

ば、ルート生成時間の減少のための上述の様々の方法を 結合し、ルート生成の効率をさらに向上させることがで きる。これは、図27 (a) か527 (d) のサーチ鎖 域の表示を参照することにより理解できる。図27

チアルゴリズム、すなわち楕円サーチ餌収2204の比 08を結合して領域2210で包囲されるエリアをカバ (a) は、一緒アルゴリズムにより出発地Sから目的地 ロへ向かうサーチ領域の形状、すなわち、円形領域22 0 2 と、道路区分に発見的コストを割り当てるA*サー 較を示す。図27 (b) は、サーチ領域2206と22 ーする2塩サーチを示す。図27 (c) は、少なくとも

および2214として示されるサーチの両端部から抑制 リズムを示し、そこでは、本発明の区分ランクの抑制お じる。したがって、上述の観点から、本発明の視野は旅 1 0のウンクの道路区分が、蜉蝣のサーチ窗域 2 2 1 2 される2端サーチアルゴリズムを示す。最後に、図27 (d) は、本発明の特定の実施形態の2端サーチアルゴ よび発見的コストの形態を結合し、以前のルート生成方 **法より非常に小さく、計算上の強度の弱いサーチエリア** 2220、すなわち、領域2216および2218を生 けの請求の範囲によって決定されるべきである。

ルートを効率的に決定するための種々の方法および装置 【発明の効果】本発明は、ユーザの最終目的地への最適 [0055]

[0056] 本発明の種々の実施形態によれば、1以上 の中間ルートの生成により、最終目的地までの総ルート が決定される前にユーザは運転を開始することができ

る。さらに、本発明は、最終目的地への最適ルートを迅 ドバターン領域におけるルート生成を最適化することが せり、中間ルートの終了地点を決定する。また、グリッ 速に生成し、最適ルートを中間ルートと「継ぎ合わ

[図面の簡単な説明]

【図1】 本発明に使用する車両ナピゲーションシステム のブロック図である。 [図2] 本発明の特定の実施形態にしたがって散計され た車両ナビゲーションシステムにより使用されるルート 生成方法を示す図である。 2

[図4] 区分コストの動的調整を示す他の図である。 [図3] 区分コストの動的調整を示す図である。

[図6] A*アルゴリズムを使用する際の問題を示す図 [図5] 道路区分ランクの抑制の発想を示す図である。

[図7] A*アルゴリズムを使用する際の問題に対する しの解決策を示す図である。

[図9] 本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の実施 [図8] 本発明の2端サーチアルゴリズムの特定の実施 形態の動作を示すフローチャートである。

[図10] 本発明の特定の実施形態による中間目的地選 **形態の動作を示すフローチャートである。**

【図11】高速道路の両方向への運転を可能とする中間 択方法を示す囚である。

[図12] 本発明の特定の実施形態の動作を示すフロー 目的地の選択を示す図である。 チャートである。

[図14] 本発明の特定の実施形態による、複数の中間 [図13] 本発明の特定の実施形態による複数の中間ル **しトの選択を示すフローチャートである。**

目的地についてのコスト値の決定を示すフローチャート

[図15] (a)、(b)、(c) は異なるルートの継 【図16】 (a) および (b) は異なるルートの継ぎ合 ぎ合わせのシナリオを示す一連の図である。

【図17】2つのルート間の接続を最適化する方法を示 ちおのシナリオを示す街の図れある。 す図である。

[図18] 2つのルート間の接続を最適化する方法を示

[図19] 2つのルート間の接続を最適化する方法を示 すフローチャートである。 下他の図である。

【図20】2つのルート間の接続を最適化する方法を示 下色のフローチャート かある。

[図21] 本発明の特定の実施形態による部分的ルート 土成の終了を示す図である。

[図22] (a)および(b)は本発明の特定の実施形 [図23] 本発明の別の特定の実施形態による部分的ル 題による部分的ルート生成の終了を示す他の図である。

S

